

IAP20 Res'd PGM 31 JAN 2006

## Beschreibung

**Schaltungsanordnung auf einem Substrat und Verfahren zum Herstellen der Schaltungsanordnung auf dem Substrat**

- 5 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung auf einem Substrat mit mindestens einem auf dem Substrat angeordneten Halbleiterbauelement mit mindestens einer elektrischen Kontaktfläche und mindestens einer auf dem Substrat
- 10 angeordneten Verbindungsleitung zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements. Daneben wird ein Verfahren zum Herstellen der Schaltungsanordnung angegeben.
- 15 Eine derartige Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Herstellen dieser Schaltungsanordnung sind beispielsweise aus der WO 03/030247 A2 bekannt. Das Substrat ist beispielsweise ein DCB (Direct Copper Bonding)-Substrat, das aus einer Trägerschicht aus einer Keramik besteht, an der beidseitig
- 20 elektrisch leitende Schichten aus Kupfer aufgebracht sind. Auf eine dieser elektrisch leitenden Schichten aus Kupfer wird beispielsweise ein Halbleiterbauelement derart aufgelötet, dass eine vom Substrat wegweisende Kontaktfläche des Halbleiterbauelements vorhanden ist. Das
- 25 Halbleiterbauelement ist beispielsweise ein Leistungshalbleiterbauelement in Form eines MOSFETs.
- Auf diese Anordnung aus dem Halbleiterbauelement und dem Substrat wird eine Folie auf Polyimid- oder Epoxidbasis unter
- 30 Vakuum auflaminiert, so dass die Folie mit dem Halbleiterbauelement und dem Substrat eng anliegend verbunden ist. Die Folie bedeckt das Halbleiterbauelement und das Substrat. Nachfolgend wird dort, wo sich die elektrische Kontaktfläche des Halbleiterbauelements befindet ist, ein
- 35 Fenster in der Folie erzeugt. Das Erzeugen des Fensters erfolgt beispielsweise durch Laserablation. Durch das Erzeugen des Fensters wird die Kontaktfläche des

Halbleiterbauelements freigelegt. Im Weiteren erfolgt eine elektrische Kontaktierung der Kontaktfläche. Dazu wird beispielsweise auf der Folie eine Maske aufgebracht, die die Kontaktfläche und Bereiche für die Verbindungsleitung zur Kontaktfläche hin freilässt. Nachfolgend wird auf der Kontaktfläche und auf den freien Bereiche der Folie eine zusammenhängende Schicht aus einem elektrisch leitenden Material erzeugt. Es bildet sich die Verbindungsleitung zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements.

Über die beschriebene Verbindungsleitung können mehrere Halbleiterbauelemente bzw. die Kontaktflächen der Halbleiterbauelemente elektrisch leitend verbunden werden. Ein diskretes, passives elektrisches Bauelement, beispielsweise ein Kondensator oder eine Spule, das eventuell für die Schaltungsanordnung benötigt wird, muss als separates Bauelement auf dem Substrat aufgebracht werden. Ein nachträgliches Aufbringen des diskreten, passiven elektrischen Bauelements ist aber aufwändig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen im Vergleich zum bekannten Stand der Technik kompakteren Aufbau der Schaltungsanordnung und ein vereinfachtes Verfahren zum Herstellen der Schaltungsanordnung auf dem Substrat anzugeben.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Schaltungsanordnung auf einem Substrat mit mindestens einem auf dem Substrat angeordneten Halbleiterbauelement mit mindestens einer elektrischen Kontaktfläche und mindestens einer auf dem Substrat angeordneten Verbindungsleitung zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements angegeben. Die Schaltungsanordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Verbindungsleitung ein Bestandteil mindestens eines auf dem Substrat angeordneten, diskreten passiven elektrischen Bauelements ist.

Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zum Herstellen der Schaltungsanordnung mit folgenden Verfahrensschritten angegeben: a) Bereitstellen eines Halbleiterbauelements auf  
5 einem Substrat mit einer elektrischen Kontaktfläche, die dem Substrat abgekehrt ist, und b) Erzeugen der elektrischen Verbindungsleitung, wobei die Kontaktfläche des Halbleiterbauelements kontaktiert wird und der Bestandteil des diskreten, passiven elektrischen Bauelements entsteht.

10 Das Halbleiterbauelement kann ein Halbleiterbauelement auf Basis eines beliebigen Halbleiterwerkstoffs sein. Der Halbleiterwerkstoff ist beispielsweise Silizium oder Galliumarsenid. Besonders vorteilhaft ist in diesem  
15 Zusammenhang der Halbleiterwerkstoff Siliziumcarbid (SiC). Halbleiterbauelemente mit einem derartigen Halbleiterwerkstoff eignen sich besonders für Hochtemperaturanwendungen.

20 In einer besonderen Ausgestaltung ist das Halbleiterbauelement ein Leistungshalbleiterbauelement. Das Leistungshalbleiterbauelement ist beispielsweise ein MOSFET, ein IGBT oder ein Bipolar-Transistor. Derartige Leistungshalbleiterbauelemente sind für ein Steuern und/oder  
25 Schalten hoher Ströme (einige hundert A) geeignet.

Die genannten Leistungshalbleiterbauelemente sind steuerbar. Dazu verfügen die Leistungshalbleiterbauelemente jeweils über mindestens einen Eingangs-, einen Ausgangs- und einen  
30 Steuerkontakt. Bei einem Bipolar-Transistor wird der Eingangskontakt üblicherweise als Emitter, der Ausgangskontakt als Kollektor und der Steuerkontakt als Basis bezeichnet. Bei einem MOSFET werden diese Kontakte als Source, Drain und Gate bezeichnet.

35 Als Substrate kommen beliebige Schaltungsträger auf organischer oder anorganischer Basis in Frage. Solche

Substrate sind beispielsweise PCB (Printed Circuit Board)-, DCB-, IM (Insolated Metal)-, HTCC (High Temperature Cofired Ceramics)- und LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics)- Substrate.

- 5 Eine elektrische Verbindungsleitung (Zuleitung) wird im Allgemeinen als parasitäres oder auch als verteiltes Bauelement angesehen. Unter dem diskreten, passiven elektrischen Bauelement ist im Zusammenhang mit der
- 10 vorliegenden Erfindung kein parasitäres elektrisches Bauelement zu verstehen. Vielmehr ist das diskrete, passive elektrische Bauelement als konzentriertes Bauelement, also als idealisiertes Bauelement, zu betrachten.
- 15 Die Verbindungsleitung dient der elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements. Insbesondere wird aber die Verbindungsleitung zusätzlich zum Aufbau eines diskreten, passiven elektrischen Bauelements eingesetzt. Es wird eine Verbindungsleitung auf dem Substrat erzeugt, die
- 20 nicht nur die elektrische Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements herstellt, sondern als Bestandteil eines passiven elektrischen Bauelements eine zusätzliche Funktion übernimmt. Die Verbindungsleitung wird dabei derart hergestellt, dass die elektrische Kontaktierung der
- 25 Kontaktfläche des Halbleiterbauelements und der Bestandteil des diskreten, passiven Bauelements gleichzeitig entstehen. Die eingangs beschriebene, großflächige Kontaktierungs- und Verdrahtungstechnik wird dazu benutzt, auf dem Substrat diskrete, passive elektrische Bauelemente anzuordnen bzw.
- 30 diese Bauelemente in einem auf dem Substrat angeordneten Mehrschichtaufbau zu integrieren.

- In einer besonderen Ausgestaltung ist das diskrete, passive elektrische Bauelement ein Kondensator und der Bestandteil
- 35 eine Elektrode des Kondensators. Im Zuge der Herstellung der Kontaktierung der Kontaktfläche des Bauelements wird gleichzeitig eine Elektrode eines Kondensators erzeugt. Zur

Komplettierung des Kondensators wird beispielsweise in weiteren Arbeitsschritten auf der Verbindungsleitung im Bereich der Elektrode und im Bereich der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements ein Dielektrikum aufgetragen. Dazu wird  
5 beispielsweise eine Folie aus einem elektrisch isolierendem Material mit einer bestimmten Dielektrizitätskonstanten auflaminiert. Nachfolgend wird auf der Folie eine Gegenelektrode der Elektrode des herzustellenden Kondensators erzeugt. Die Folie führt zur elektrischen Isolierung der  
10 Kontaktfläche des Halbleiterbauelements. Gleichzeitig dient die Folie als Dielektrikum des Kondensators. Es resultiert eine Schicht aus einem dielektrischen Material, die zwischen der Elektrode und der Gegenelektrode des Kondensators  
15 angeordnet ist. Durch mehrfaches Wiederholen des Auftragens von Schichten aus elektrisch leitfähigem Material und elektrisch isolierendem Material ist auf diese Weise insbesondere ein Mehrschichtkondensator zugänglich.

In einer weiteren Ausgestaltung ist das diskrete, passive elektrische Bauelement eine Spule und der Bestandteil eine  
20 Wicklung der Spule. Im Zuge der Herstellung der Kontaktierung der Kontaktfläche des Bauelements wird gleichzeitig eine Wicklung bzw. ein Teil einer Wicklung einer Spule erzeugt. Insbesondere in einem Mehrschichtaufbau kann auf diese Weise  
25 eine Spule auf dem Substrat angeordnet werden.

In einer weiteren Ausgestaltung ist das diskrete, passive elektrische Bauelement ein elektrischer Widerstand und der Bestandteil ein Drahtwiderstand. Im Zuge der Herstellung der  
30 Kontaktierung der Kontaktfläche des Bauelements wird gleichzeitig ein elektrischer Widerstand erzeugt. Jede elektrische Verbindungsleitung stellt per se einen elektrischen Drahtwiderstand dar. Bei einer elektrischen Verbindungsleitung ist aber in der Regel ein möglichst  
35 niedriger elektrischer Widerstand gewünscht. Die hier verwendete Verbindungsleitung wird derart ausgestaltet, dass die Funktion eines an sich benötigten, externen elektrischen

Widerstandes durch die Verbindungsleitung übernommen wird. Dazu wird beispielsweise ein bestimmtes elektrisch leitendes Material verwendet. Ebenso wird zur Beeinflussung des elektrischen Widerstandes der Verbindungsleitung ein

5 Durchmesser der Verbindungsleitung definiert eingestellt. Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, mit der elektrischen Verbindungsleitung nicht nur die elektrische Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements, sondern auch eine elektrische Schmelzsicherung für die

10 Schaltungsanordnung bereitzustellen.

In einer weiteren Ausgestaltung ist das diskrete, passive elektrische Bauelement ein Bestandteil eines Sensors einer physikalischen Größe. Durch einen Stromfluss durch die

15 Verbindungsleitung bzw. durch das diskrete, passive elektrische Bauelement wird eine physikalische Größe generiert, die auf den Stromfluss schließen lässt. Umgekehrt beeinflusst die physikalische Größe den durch die Verbindungsleitung fließenden Strom. Bei bekannter

20 Abhängigkeit des Stromflusses durch die Verbindungsleitung von der physikalischen Größe kann die physikalische Größe ermittelt werden.

So kann ein Hallsensor mit der physikalischen Größe

25 "Magnetisches Feld" realisiert sein. Ebenso kann ein Stromsensor mit der physikalischen Größe "Strom" integriert sein. Beispielsweise besteht der Stromsensor im Wesentlichen aus einem elektrischen Transformator mit mindestens zwei magnetisch gekoppelte Spulen. Durch den Stromfluss durch eine

30 der Spulen wird ein Magnetfeld erzeugt, das eine Spannung in der benachbarten Spule induziert. Es wird ein elektrisches Signal erzeugt, das auf den Stromfluss schließen lässt.

Insbesondere ist der Sensor ein Temperatursensor mit der

35 physikalischen Größe "Temperatur". Der Temperatursensor besteht im einfachsten Fall nur aus einem passiven elektrischen Bauelement in Form eines elektrischen

Drahtwiderstandes. Durch das Fließen des Stromes durch den Widerstand kommt es zu einer Erwärmung des Widerstandes. Bei bekannter Temperaturabhängigkeit des Widerstandes kann auf die Temperatur geschlossen werden.

5

Zum Bereitstellen des Halbleiterbauelements wird das Halbleiterbauelement beispielsweise auf die elektrisch leitende Schicht eines DCB-Substrates aufgelötet oder mit Hilfe eines elektrisch leitenden Klebstoffs aufgeklebt. In einer besonderen Ausgestaltung des Herstellverfahrens wird zum Bereitstellen des Halbleiterbauelements auf dem Substrat das Halbleiterbauelement auf dem Substrat derart angeordnet, dass der elektrische Kontakt vom Substrat abgekehrt ist, und eine Schicht aus elektrisch isolierendem Material auf dem Halbleiterbauelement und dem Substrat derart aufgebracht wird, dass der elektrische Kontakt frei zugänglich ist. Dazu sind die verschiedensten Verfahren denkbar. Beispielsweise wird vor dem Auftragen des elektrisch isolierenden Materials eine Maske auf die Kontaktfläche des Halbleiterbauelements aufgebracht. Nachfolgend wird das elektrisch isolierende Material beispielsweise durch Sprühen, Drucken oder durch Dampfabscheiden aufgetragen. Das Dampfabscheiden kann ein physikalisches (Physical Vapour Deposition) und/oder ein chemisches Abscheiden (Chemical Vapour Deposition) umfassen. Nach beendetem Auftragen wird die Maske entfernt, wobei eine Kontaktfläche des Halbleiterbauelements erhalten wird, die frei von elektrisch isolierendem Material ist.

In einer besonderen Ausgestaltung wird zunächst eine geschlossene Schicht aus dem elektrisch isolierenden Material aufgetragen und der Kontakt nach dem Auftragen durch Öffnen eines Fensters in der Schicht aus dem elektrisch isolierenden Material freigelegt. Dazu wird beispielsweise ein fotoempfindliches elektrisch isolierendes Material verwendet, das nach dem Auftragen belichtet wird. Nachfolgendes Wegätzen der belichteten Stellen führt zu einem Freilegen der Kontaktflächen des Halbleiterbauelements.

In einer besonderen Ausgestaltung wird eine Folie aus dem elektrisch isolierenden Material auf dem Substrat und dem Halbleiterbauelement auflaminiert. Die Folie weist  
5 beispielsweise Polyimid (PI), Polyethylen (PE), Polyphenol oder Polyetheretherketon (PEEK) auf. Eine Folie auf Epoxidbasis ist ebenfalls denkbar. Vorzugsweise wird eine Folie verwendet, die frei von Halogenen bzw. nahezu keine Halogene aufweist.

10 Das Auflaminieren erfolgt vorzugsweise unter Vakuum in einer Vakuumpresse. Damit wird ein besonders inniger und fester Kontakt zwischen der Folie und dem Halbleiterbauelement bzw. dem Substrat erzeugt. Zur Verbesserung der innigen Verbindung  
15 zwischen Folie und Halbleiterbauelement bzw. zwischen Folie und Substrat kann während und/oder nach dem Auflaminieren der Folie unter Vakuum ein Temperschritt erfolgen.

Nach dem Auftragen des elektrisch isolierenden Materials wird  
20 ein Fenster zum Freilegen der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements erzeugt. Das Fenster beträgt dabei insbesondere mindestens 60% der Größe einer Seite und/oder der Fläche des Halbleiterbauelements. Für eine großflächige Kontaktierung beträgt das Fenster insbesondere mindestens 80%  
25 der Größe der Seite und/oder der Fläche des Halbleiterbauelements. Somit ist das Verfahren für Leistungshalbleiter besonders geeignet, für die bei der Kontaktierung mit einem flachen Leiter ein Fenster und eine Kontaktfläche mit einer entsprechenden Größe bereitgestellt  
30 werden. Das Fenster wird insbesondere an der größten und/oder an der vom Substrat abgewandten Seite des Halbleiterbauelements geöffnet und hat vorzugsweise eine absolute Größe von mehr als 50 mm<sup>2</sup>, insbesondere mehr als 70 mm<sup>2</sup> oder sogar mehr als 100 mm<sup>2</sup>.

35 Das Erzeugen des Fensters erfolgt beispielsweise photolithographisch. Vorzugsweise wird das Fenster durch



Laserablation erzeugt. Dazu wird beispielsweise ein CO<sub>2</sub>-Laser mit einer Emissionswellenlänge von 9,24 µm verwendet.

Nach dem Öffnen bzw. nach dem Freilegen der Kontaktfläche des Bauelements wird ein elektrisch leitendes Material aufgetragen. Das Auftragen erfolgt beispielsweise durch Sprühen, Drucken und/oder durch Vakuumabscheidung des elektrisch leitenden Materials in Form einer dünnen Schicht. Auf dieser dünnen, elektrisch leitenden Schicht kann zur Erhöhung der Stromtragfähigkeit ein weiteres elektrisch leitendes Material aufgetragen werden. Beispielsweise wird auf der dünnen Schicht Kupfer galvanisch abgeschieden. Denkbar ist auch ein Auflöten einer elektrisch leitenden Folie. Die elektrisch leitende Folie ist beispielsweise strukturiert, so dass eine Verbindungsleitung mit unterschiedlichen Leitungsdurchmessern entsteht.

Das beschriebene Verfahren, insbesondere das Verfahren mit dem Auflaminieren der elektrisch isolierenden Folie und dem Auftragen des elektrisch leitenden Materials kann mehrfach durchgeführt werden. Es resultiert ein Mehrschichtaufbau mit einer Mehrlagenverdrahtung, über die gleichzeitig beliebige diskrete, passive elektrische Bauelemente, vorzugsweise Mehrschichtbauelemente, integriert werden können. Auf diese Weise kann auf dem Substrat in einfacher Weise ein kompliziert aufgebautes elektrisches passives Bauelement angeordnet werden. So kann beispielsweise ein Mehrschichtkondensator auf dem Substrat erzeugt werden.

Durch eine Erweiterung der einzelnen Verfahrensschritte lassen sich auch weitere funktionelle Bauelemente, beispielsweise thermische Durchkontaktierungen (Vias) durch eine Schicht aus dem elektrisch isolierenden Material herstellen. Bei einer Anbindung an eine Wärmesenke kann somit die Wärme, die im Betrieb des Halbleiterbauelements entsteht, effizient abgeleitet werden. Denkbar ist auch die Integration von elektrisch leitenden Schichten, die der Abschirmung von

elektrischen bzw. magnetischen Feldern dienen. Dies führt zu einer verbesserten EMV-Verträglichkeit.

Zusammenfassend ergeben sich mit der vorliegenden Erfindung  
5 folgende besonderen Vorteile:

- Die Schaltungsanordnung ist kompakt. Dies führt zu einem relativ geringen Platzbedarf.
- 10 - Die Schaltungsanordnung kann einfach hergestellt werden.
- Neben der elektrischen Verbindungsleitung und dem diskreten, passiven elektrischen Bauelement können weitere funktionelle Bauelemente einfach integriert werden.

15

Anhand mehrere Ausführungsbeispiele und der dazugehörigen Figuren wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

20

Figur 1 zeigt eine Schaltungsanordnung in einem seitlichen Querschnitt

Figur 2 zeigt ein diskretes, passives elektrisches Bauelement  
25 in Form eines Mehrschichtkondensators.

Figuren 3A und 3B zeigen einen integrierten Stromsensor in einer seitlichen Ansicht und in Aufsicht.

30 Figur 4 zeigt eine Schaltungsanordnung mit thermischen Durchkontaktierungen.

Gegeben ist eine Schaltungsanordnung 1 eines Leistungshalbleiterbauelements und eines diskreten, passiven  
35 elektrischen Bauelements 5 auf einem Substrat 2 (Figur 1). Das Substrat 2 ist ein DCB-Substrat mit einer Trägerschicht

21 aus einer Keramik und einer auf der Trägerschicht 21 aufgetragenen elektrisch leitenden Schicht 22 aus Kupfer.

Auf der elektrisch leitenden Schicht 22 aus Kupfer ist ein  
5 Leistungshalbleiterbauelement 3 in Form eines MOSFETs derart aufgelötet, dass eine Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements vom Substrat 2 abgewandt ist. Über die Kontaktfläche 31 ist einer der Kontakte des Leistungshalbleiterbauelements 3 elektrisch kontaktiert.

10 Zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements 3 ist eine Verbindungsleitung 4 auf dem Substrat 2 vorhanden. Die Verbindungsleitung 4 dient dabei nicht nur der elektrischen Kontaktierung der  
15 Kontaktfläche 31 des Halbleiterbauelements 3. Die Verbindungsleitung 4 ist auch ein Bestandteil 51 eines diskreten, passiven elektrischen Bauelements 5.

Zum Herstellen der Schaltungsanordnung 1 wird das  
20 Leistungshalbleiterbauelement 3 derart auf der elektrisch leitenden Schicht 22 des DCB-Substrats 2 aufgelötet, dass die Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements 3 dem Substrat 2 abgewandt ist. Alternativ dazu wird das Leistungshalbleiterbauelement 3 auf die elektrisch leitende  
25 Schicht 22 des DCB-Substrats 2 mit Hilfe eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs aufgeklebt. Im Weiteren wird eine Folie 6 auf Polyimid-Basis auf der Kontaktfläche 31 des Halbleiterbauelements 3 und dem Substrat 2 unter Vakuum auflaminiert. Dabei entsteht eine innige Verbindung zwischen  
30 der Folie 6 und dem Halbleiterbauelement 3 bzw. dem Substrat 2. Die Folie 6 verbindet sich mit dem Halbleiterbauelement 3 und dem Substrat 2 derart, dass eine Kontur, die im Wesentlichen durch die Form des Halbleiterbauelements 3 gegeben ist, nachgezeichnet ist.

35 Im Weiteren wird in der Folie 6 durch Laserablation mit Hilfe eines CO<sub>2</sub>-Lasers ein Fenster 61 geöffnet. Dadurch wird die

Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements freigelegt. Nachfolgend wird eine nicht dargestellte, dünne Schicht aus einem elektrisch leitenden Material aus einer Titan-Kupfer-Legierung durch Abscheiden aus der Dampfphase auf der Kontaktfläche 31 und auf Bereichen der Folie 6 aus elektrisch isolierendem Material erzeugt. Nachfolgend wird eine elektrisch leitfähige Haftschrift aus Titan und anschließend eine als Diffusionsbarriere fungierende, elektrisch leitfähige Schicht aus einer Titan-Wolfram-Legierung aufgetragen. Zur Erhöhung der Stromtragfähigkeit wird anschließend eine Schicht aus Kupfer auf der Schicht aus der Titan-Wolfram-Legierung galvanisch abgeschieden. Es wird eine Schichtfolge Ti/TiW/Cu erzeugt, wobei die Verbindungsleitung 4 und gleichzeitig das diskrete, passive elektrische Bauelement 5 gebildet werden.

#### Beispiel 1:

Das diskrete, passive elektrische Bauelement 5 ist ein Drahtwiderstand 521 eines elektrischen Widerstand 52 (Figur 1). Der Drahtwiderstand 521 ist durch verdünnte Bereiche der Verbindungsleitung 4 gebildet und fungiert als Schmelzsicherung.

#### Beispiel 2:

Das diskrete, passive elektrische Bauelement 5 ist ein Mehrschichtkondensator 53 und die Verbindungsleitung 4 fungiert als Elektrode 531 des Mehrschichtkondensators (Figur 2). Zum Herstellen des Mehrschichtkondensators 53 werden mehrfach Folien 6 aus elektrisch isolierendem Material auflaminiert. Auf den auflaminierten Folien 6 wird jeweils nach dem Auflaminieren eine Schicht aus elektrisch leitendem Material erzeugt, so dass der Mehrschichtkondensator 53 entsteht. Alternativ dazu werden Folien 6 aus einem elektrisch isolierendem Material auflaminiert, die bereits mit einer Schicht aus elektrisch leitendem Material versehen

sind. Die für die elektrische Kontaktierung der "Innenelektroden" des Mehrschichtkondensators benötigten "Außenelektroden" 532 können durch die Schichten aus elektrisch leitendem Material gebildet sein. Alternativ dazu werden die Außenelektroden 532 nach dem Herstellen der Mehrschichtstruktur durch Siebdruck angebracht. Die Außenelektroden 532 werden gemäß einer weiteren Ausführungsform durch galvanisches Abscheiden von Kupfer verstärkt.

10

#### Beispiel 3:

Das diskrete, passive elektrische Bauelement 5 ist eine Wicklung 541 einer Spule 54, die ihrerseits Bestandteil 71 eines Sensors 7 ist (Figuren 3A und 3B). Der Sensor 7 ist ein Stromsensor 72. Der Stromsensor 72 besteht aus zwei, durch Wicklungen gebildete, magnetisch miteinander gekoppelte Schleifen 73 und 74, die mit Hilfe der oben beschriebenen Technik auf dem Substrat 2 aufgebracht werden. Die Schleifen 73 und 74 sind jeweils durch galvanisch abgeschiedenes Kupfer verstärkt.

#### Beispiel 4:

Mit der beschriebenen Verbindungs- und Kontaktierungstechnik werden weitere funktionelle Bauelemente im Mehrschichtaufbau integriert (Figur 8). Diese weiteren funktionellen Bauelemente sind thermische Durchkontaktierungen 8, die nach dem Auflaminieren der entsprechenden Folie in die Folie 6 durch Öffnen von Fenstern und Füllen der Fenster mit thermisch leitfähigem Material eingebracht werden. Diese thermischen Durchkontaktierungen 8 sind mit einer nicht dargestellten Wärmesenke thermisch leitend verbunden.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (1) auf einem Substrat (2) mit
  - mindestens einem auf dem Substrat (2) angeordneten Halbleiterbauelement (3) mit mindestens einer elektrischen Kontaktfläche (31) und
  - mindestens einer auf dem Substrat (2) angeordneten Verbindungsleitung (4) zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche (31) des Halbleiterbauelements (3),  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
  - die elektrische Verbindungsleitung (4) ein Bestandteil (51) mindestens eines auf dem Substrat (2) angeordneten, diskreten, passiven elektrischen Bauelements (5) ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei
  - das diskrete, passive elektrische Bauelement (5) ein Kondensator (53) und
  - der Bestandteil (51) eine Elektrode (531) des Kondensators (53) ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei
  - das diskrete, passive elektrische Bauelement (5) eine Spule (54) und
  - der Bestandteil (51) eine Wicklung (541) der Spule (54) ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei
  - das diskrete, passive elektrische Bauelement (5) ein elektrischer Widerstand (52) und
  - der Bestandteil ein Drahtwiderstand (521) ist.
5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das diskrete, passive elektrische Bauelement (5) ein Bestandteil eines Sensors (7) einer physikalischen Größe ist.

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Halbleiterbauelement ein Leistungshalbleiterbauelement ist.
- 5 7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, wobei das Leistungshalbleiterbauelement aus der Gruppe MOSFET, IGBT und/oder Bipolar-Transistor ausgewählt ist.
8. Verfahren zum Herstellen einer Schaltungsanordnung nach  
10 einem der Ansprüche 1 bis 7 mit den Verfahrensschritten:
  - a) Bereitstellen eines Halbleiterbauelements auf einem Substrat mit einer elektrischen Kontaktfläche, die vom Substrat abkehrt ist, und
  - b) Erzeugen der elektrischen Verbindungsleitung, wobei die  
15 Kontaktfläche des Halbleiterbauelements kontaktiert wird und der Bestandteil des diskreten, passiven elektrischen Bauelements entsteht.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei zum Bereitstellen des  
20 Halbleiterbauelements auf dem Substrat das Halbleiterbauelement auf dem Substrat derart angeordnet wird, dass der elektrische Kontakt vom Substrat abgekehrt ist, und eine Schicht aus elektrisch isolierendem Material auf dem Halbleiterbauelement und  
25 dem Substrat derart aufgebracht wird, dass der elektrische Kontakt frei zugänglich ist.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei zunächst eine geschlossene Schicht aus dem elektrisch isolierenden  
30 Material aufgebracht wird und der Kontakt nach dem Auftragen durch Öffnen eines Fensters in der Schicht aus dem elektrisch isolierenden Material freigelegt wird.

**THIS PAGE LEFT BLANK**



1/2

FIG 1

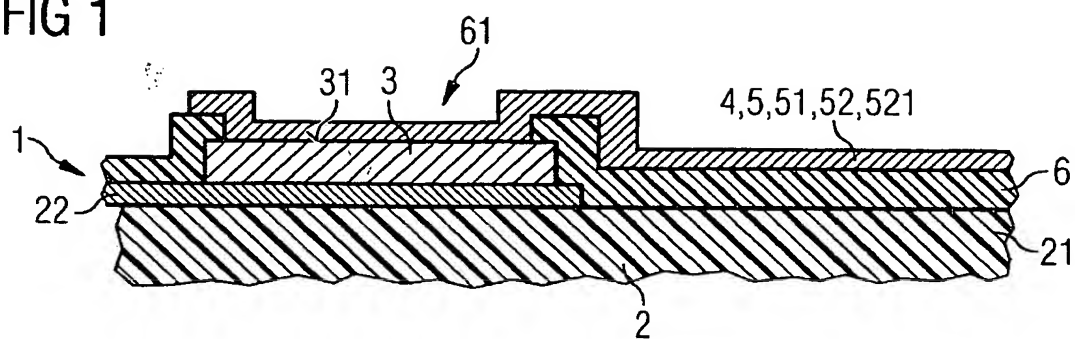
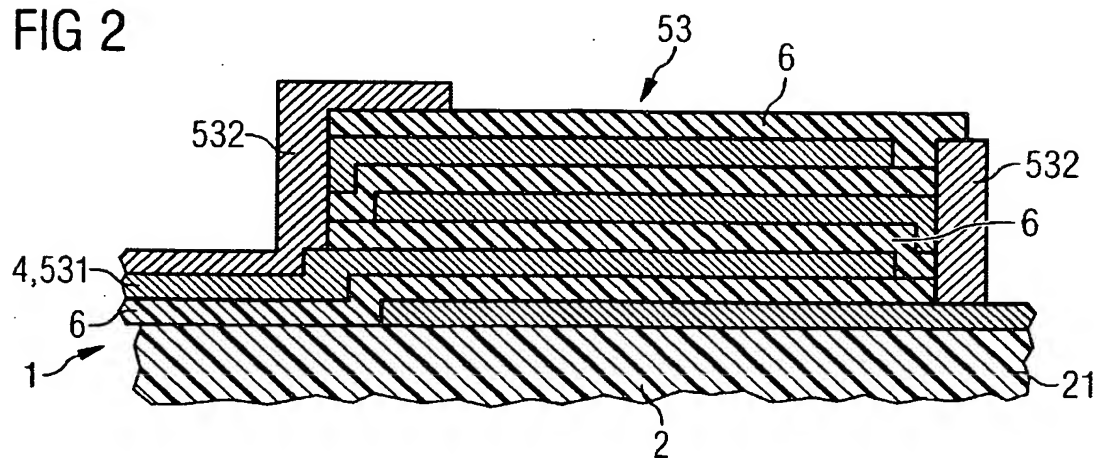


FIG 2



**THIS PAGE LEFT BLANK**

FIG 3A

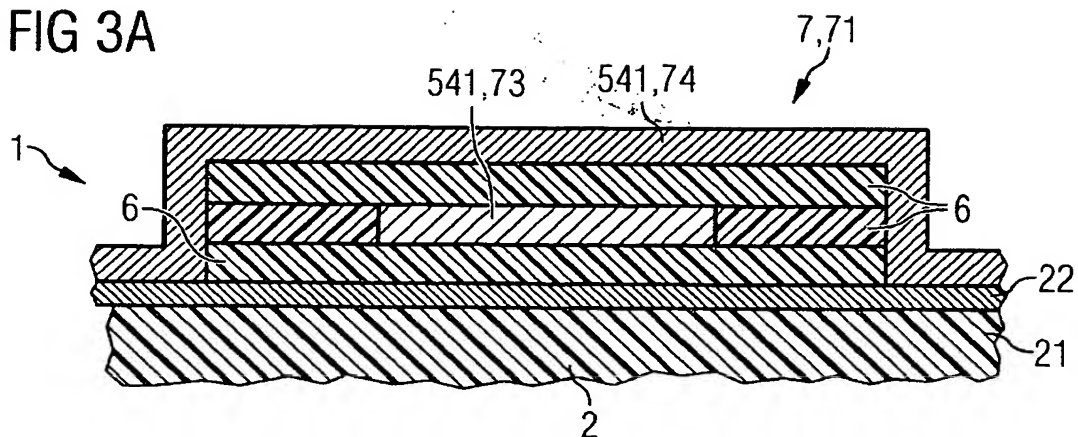


FIG 3B

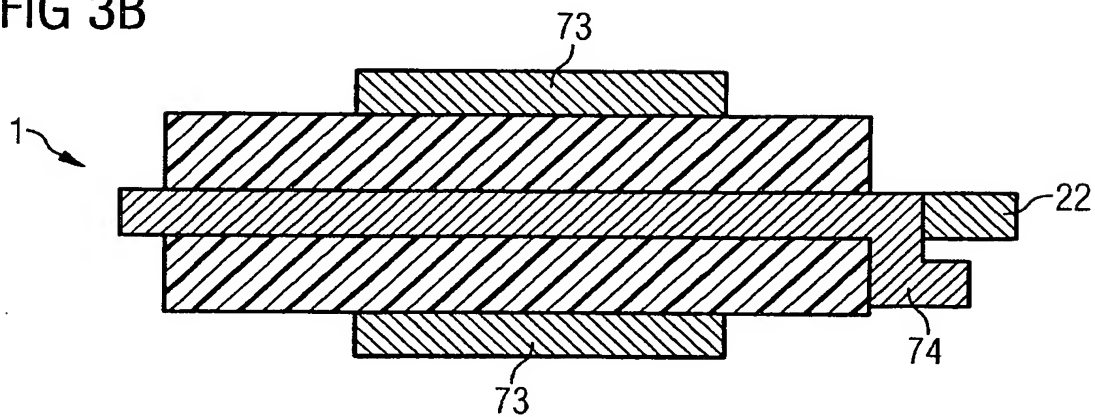
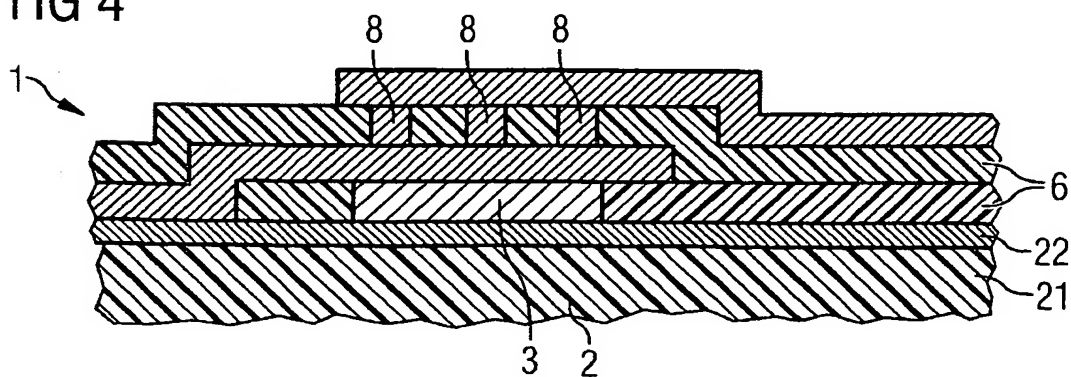


FIG 4



THIS PAGE LEFT BLANK